

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 42 31 966 A 1

⑤⑦ Int. Cl.⁵:
G 01 N 27/416

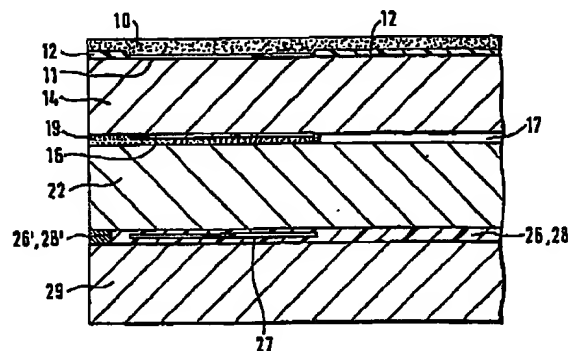
②① Aktenzeichen: P 42 31 966.8
②② Anmeldetag: 24. 9. 92
②③ Offenlegungstag: 31. 3. 94

⑦① Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Schnelder, Gerhard, Dipl.-Ing., 7143 Vaihingen, DE;
Renz, Hans-Joerg, Dipl.-Ing., 7022
Leinfelden-Echterdingen, DE; Bayha, Kurt, 7141
Oberriexingen, DE

⑥④ Planare polarographische Sonde zur Bestimmung des Lambda-Wertes von Gasgemischen

⑤⑦ Es wird ein planare polarographische Sonde zur Bestimmung des Lambda-Wertes von Gasgemischen, insbesondere von Abgasen von Verbrennungsmotoren und ein Verfahren zu deren Herstellung vorgeschlagen. Die planare polarographische Sonde umfaßt eine Pumpzelle A mit auf einem Festelektrolyt (14) angeordneter äußerer und innerer Pumpelektrode (11 bzw. 16), von denen der Inneren Pumpelektrode (16) das Meßgas über eine Diffusionsbarriere zuführbar ist, wobei die Sonde eine vordere und zwei seitliche Stirnflächen aufweist. Die Diffusionsbarriere ist als Diffusionschicht (19) ausgebildet, welche zumindest teilweise die innere Pumpelektrode (16) überdeckt und zumindest an einer Stirnfläche der Sonde dem Meßgas gegenüber freiliegt. Zur Herstellung der planaren polarographischen Sonde wird ein Mehrfachnutzen verwendet, auf dem die Diffusionschicht (19) derart aufgebracht wird, daß zumindest die vordere Kante des Mehrfachnutzens von der Diffusionschicht (19) überlappt und diese beim Verformen in Einzelnutzen freigelegt wird.



Best Available Copy

DE 42 31 966 A 1

DE 42 31 966 A 1

DE 42 31 966 A1

1

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer planaren polarographischen Sonde nach der Gattung des Hauptanspruchs. Bekannte polarographische Sonden dienen zur Bestimmung des Lambda-Wertes von Gasgemischen, der das Verhältnis von Gesamtsauerstoff zur vollständigen Verbrennung des Kraftstoffs benötigten Sauerstoff des in einem Zylinder verbrennenden Kraftstoff-Luftgemischs bezeichnet, wobei die Sonden den Sauerstoffgehalt des Abgases über eine Grenzstromänderung ermitteln. Aufgrund einer kostengünstigen Herstellung hat sich in der Praxis in den letzten Jahren die Herstellung von in Keramikfolien- und Siebdrucktechnik herstellbaren planaren polarographischen Sonden durchgesetzt. In einfacher und rationeller Weise lassen sich diese planaren polarographischen Sonden, ausgehend von folienförmigen sauerstoffleitenden Festelektrolyten aus beispielsweise Zirkonoxid herstellen, die beidseitig mit je einer inneren und äußeren Pumpelektrode mit dazugehörigen Leiterbahnen beschichtet werden. Die innere Pumpelektrode befindet sich dabei in vorteilhafter Weise im Randbereich eines Diffusionskanals, durch den das Meßgas zugeführt wird, und der als Gasdiffusionswiderstand dient.

In der DE-OS 38 11 713 wird zur höheren Reproduzierbarkeit des Diffusionswiderstands vorgeschlagen, den Diffusionswiderstand durch einen in die ungesinterterte Sonde eingefügten, porös sinternden Formkörper ohne Luftspalt zu bilden. Dazu wird aus einer Festelektrolytfolie eine Aussparung ausgestanzt, in die dann der poröse Formkörper eingesetzt wird. Zur Zuführung des Meßgases ist von außen ein Diffusionskanal über die Sensorschichten zum porösen Formkörper geführt oder der poröse Formkörper ist an der Stirnfläche des Sensors freigelegt.

Aus der EP-A-01 94 082 ist eine planare polarographische Sonde bekannt, deren Diffusionswiderstand von einem parallel zum Festelektrolytkörper verlaufenden Spalt und einer am Spalt gegenüberliegenden und die Elektrode abdeckenden porösen Isolationsschicht gebildet wird. Das Meßgas wird der Elektrode über den Spalt und die poröse Isolationsschicht zugeleitet.

Die Herstellungsweise bei den bekannten planaren polarographischen Sonden ist aufwendig. So ist beispielsweise zur Einbringung des Diffusionslochs ein Stanzvorgang notwendig, dessen Positioniergenauigkeit für die Sensorfunktion von besonderer Bedeutung ist. Die Ausbildung der Diffusionszone mit einem Luftspalt erfordert andererseits zusätzliche Siebdruckschritte. Jeder zusätzliche Siebdruckschritt bedeutet einen zusätzlichen Trocknungsschritt und somit die Möglichkeit erhöhter Substratlängenänderungen. Dies wirkt sich wiederum negativ auf die Positioniergenauigkeit der nachfolgenden Siebdruckschritte aus, was insbesondere beim Erweitern der Sonde mit Nernst-Zellen die Reproduzierbarkeit beeinträchtigt.

Vorteile der Erfindung

Die polarographische Sonde mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 und des Anspruchs 10 hat den Vorteil, daß sie einen fertigungsgerechten Aufbau besitzt, durch den es möglich ist, die Siebdruckschritte beim Herstellen der Sonde zu reduzieren. Da

2

der Aufbau der Sonde ohne Diffusionsloch bzw. Diffusionspalt auskommt, ist die Sonde unempfindlich gegen Rißbildung und Delamination nach dem Sintern. Gleichzeitig wird eine höhere mechanische Stabilität der Sonde, insbesondere im Bereich der Diffusionszone erreicht. Damit ist eine bessere Reproduzierbarkeit des Diffusionswiderstandes und der Sensorfunktion möglich.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen der im Hauptanspruch angegebenen polarographischen Sonde möglich. Besonders vorteilhaft ist, daß die Diffusionsschicht ganz flächig über den Mehrfachnutzen gedruckt wird. Dadurch ist die einzelne Sonde besonders kostengünstig herstellbar. Vorteilhaft ist ferner, daß sich der Diffusionswiderstand durch den entsprechend frei liegenden Bereich der Diffusionsschicht an den Stirnflächen der Sonde einstellen läßt.

Zeichnung

Drei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen

Fig. 1 das Layout eines ersten Ausführungsbeispiels einer Sonde nach der Erfindung, Fig. 2 das Layout eines zweiten Ausführungsbeispiels einer Sonde nach der Erfindung, Fig. 3 einen Längsschnitt durch die Diffusionszone der Sonden gemäß Fig. 1 und 2, Fig. 4 das Layout eines dritten Ausführungsbeispiels einer Sonde nach der Erfindung, die außer einer Pumpzelle und einer Heizereinheit eine Nernst-Zelle aufweist und somit einen Breitbandsensor darstellt, Fig. 5 einen Längsschnitt durch die Diffusionszone des Breitbandsensors gemäß Fig. 4 und Fig. 6 eine Draufsicht auf einen Mehrfachnutzen zur Herstellung der Sonde gemäß der Erfindung.

Ausführungsbeispiele

Gemäß den Fig. 1 und 2 besteht die Sonde des ersten Ausführungsbeispiels aus einer Pumpzelle A, einer Zwischenfolie B und einer Heizereinheit C. Die Pumpzelle A ist aufgebaut aus einer ersten Festelektrolytfolie 14 mit ausgestanztem Durchkontaktierloch 15, der Isolation 12 mit einem ausgesparten Fenster 13, über das sich eine äußere Pumpelektrode 11 erstreckt. Der äußeren Pumpelektrode 11 ist auf der anderen Seite der Festelektrolytfolie 14 gegenüberliegend eine innere Pumpelektrode 16 angeordnet, über die eine poröse Diffusionsschicht 19 gelegt ist. Eine Ausgleichsschicht 17 überdeckt die nicht von der Diffusionsschicht 19 bedeckte Fläche der Festelektrolytfolie 14.

Die äußere Pumpelektrode 11 ist über die gesamte Fläche mit einer Schutzschicht 10 abgedeckt. Die beiden Elektroden 11, 16 sind über Leiterbahnen an Anschlüssen 21 geführt. Die Schutzschicht 10 besteht beispielsweise aus porösem Zirkonoxid.

Die Zwischenfolie B dient zur Stabilisierung der Sonde und besteht aus einer zweiten Festelektrolytfolie 22, die an beiden Seiten jeweils mit einer interlaminaeren Binderschicht 23 versehen ist.

Die Heizereinheit C besteht aus einer dritten Festelektrolytfolie 29 mit ausgestanzten Kontaktierlöchern 25, einer ersten Heizerisolation 26 und einer zweiten Heizerisolation 28 mit jeweils einem gasundurchlässigen Rahmen 26' bzw. 28' sowie den Heizeranschlüssen 31.

DE 42 31 966 A1

3

Zwischen Festelektrolytfolie 29 und den Heizerschläüssen 31 ist eine weitere Isolierung 30 vorgesehen, die ebenfalls über Durchkontaktierlöcher 25 verfügt. Die Heizereinheit C ist zur Stabilisierungseinheit B hin ferner mit einer interlaminaeren Binderschicht 24 versehen.

Ein zweites Ausführungsbeispiel geht aus Fig. 2 hervor. Dieses Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom ersten Ausführungsbeispiel lediglich dadurch, daß die Diffusionsschicht 19 nicht über die gesamte Breite der Sonde gelegt ist, sondern an den Rändern der Sonde von der Ausgleichsschicht 17 begrenzt ist. Die Ausgleichsschicht 17 ist dabei so ausgebildet, daß sie im Bereich der Diffusionsschicht 19 eine Aussparung 18 aufweist. Dadurch ist gewährleistet, daß die Diffusionsschicht 19 nur an der vorderen Stirnfläche der Sonde freiliegt.

Durch zusammenlaminiieren der Pumpzelle A, der Zwischenfolie B und der Heizereinheit C mittels der interlaminaeren Binderschichten 20, 23, 24 entsteht nach der Sinterung die Sonde des ersten und des zweiten Ausführungsbeispiels, wie sie in einem Ausschnitt im Bereich der Diffusionsschicht 19 im Längsschnitt in Fig. 3 dargestellt ist. Beide Sonden sind als Magersonden ausgeführt.

Bei dem in den Fig. 4 und 5 dargestellten dritten Ausführungsbeispiel handelt es sich um eine zu einem Breitbandsensor ausgebildeten polarographischen Sonde, die sich im wesentlichen dadurch von den zuvor beschriebenen Sonden der Fig. 1 und 2 unterscheidet, daß sie zusätzlich zur Pumpzelle A und zur Heizereinheit C eine Nernst-Zelle N aufweist.

Die Pumpzelle A besteht entsprechend dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel aus der Festelektrolytfolie 14, der äußeren Pumpelektrode 11 mit einem Trimmwiderstand 32 und der inneren Pumpelektrode 16. Zwischen der Festelektrolytfolie 14 und der äußeren Pumpelektrode 11 befindet sich die Isolierung 12 mit dem gasdichten Rahmen 12'. In der Isolierung 12 ist im Bereich der Elektrode 11 ein Fenster 13 vorgesehen, damit die äußere Pumpelektrode 11 mit der Festelektrolytfolie 14 in Berührung kommt. Eine Abdeckschicht 33 mit einem darin eingebrachten weiteren Fenster 34 liegt über der äußeren Pumpelektrode 11 derart, daß die Anschlüsse 21 und der Trimmwiderstand 32 frei zugänglich sind und die äußere Pumpelektrode 11 innerhalb des Fensters 34 liegt. Die Schutzschicht 10 ist bei diesem Ausführungsbeispiel über das Fenster 34 gelegt.

Zwischen Festelektrolytfolie 14 und innerer Pumpelektrode 16 ist eine weitere Isolierung 35 mit einem gasdichten Rahmen 35' und einem weiteren Fenster 36 angeordnet. Innerhalb des Fensters 36 ist die innere Pumpelektrode 16 positioniert. Wie im ersten und zweiten Ausführungsbeispiel ist über die innere Pumpelektrode 16 die Diffusionsschicht 19 gelegt. Über der Diffusionsschicht 19 und über den nicht mit der Diffusionsschicht 19 belegten Bereich der Sonde ist die Ausgleichsschicht 17 angeordnet. Die Ausgleichsschicht 17 besitzt hierbei eine Aussparung 37, auf deren Zweck im Zusammenhang mit der Beschreibung der Nernst-Zelle N eingegangen wird.

Die Nernst-Zelle N wird gebildet aus einer Festelektrolytfolie 40, einer Meßelektrode 41, einer Referenzelektrode 42 und einer weiteren Festelektrolytfolie 44 mit einem Referenzkanal 45 und einem Referenzspalt 46. Die Meßelektrode 41 ist so positioniert, daß diese der Pumpelektrode 16 gegenüberliegend auf der Diffusionsschicht 19 liegt. Um eine elektrische Verbindung im Bereich der Diffusionsschicht 19 zu vermeiden, ist zwisch-

4

schon Diffusionsschicht 19 und Meßelektrode 41 eine gasdurchlässige Isolierung 38 angeordnet, durch welche das Meßgas zur Meßelektrode 41 gelangt. Die in der Ausgleichsschicht 17 eingebrachte Aussparung 37 dient dazu, eine elektrische Verbindung zwischen der Meßelektrode 41 und der inneren Pumpelektrode 16 der Pumpzelle A mit einer Kontaktierung 43 herzustellen. Daraus wird deutlich, daß die Meßelektrode 41 an die innere Pumpelektrode 16 über die Kontaktierung 43 gelegt ist, wobei die Kontaktierung der inneren Pumpelektrode 16 über das in der Festelektrolytfolie 14 eingebrachte Durchkontaktierloch 15 mit einem der Anschlüsse 21 erfolgt.

Die Referenzelektrode 42 ist an der Unterseite der Festelektrolytfolie 40 angeordnet und steht mit dem Referenzspalt 46 in Verbindung. Über den Referenzkanal 45 und dem Referenzspalt 46 gelangt die Vergleichsatmosphäre zur Referenzelektrode 42. Zwischen den beiden Festelektrolytfolien 40 und 44 liegt eine weitere interlaminaere Binderschicht 48. Die Schichten 20, 23, 24 sind die üblichen interlaminaeren Binderschichten, mit denen die Teile der Sonde zusammenlaminiert werden. Zur Kontaktierung der Referenzelektrode 42 sind in die untere der beiden Schichten 23 und in die Schicht 48 sowie in die Festelektrolytfolie 44 jeweils Durchkontaktierlöcher 51 eingebracht, in die ein Verbindungspin 52 eingebracht wird.

Die Heizereinheit C ist ähnlich den beiden ersten Ausführungsbeispielen aufgebaut. Die Heizereinheit C besteht demnach aus der Festelektrolytfolie 29, mit Durchkontaktierlöchern 25, 51, dem Heizer 27, der zur Nernst-Zelle N hin positionierten ersten Isolation 26 mit gasdichtem Rahmen 26', der zweiten Isolation 28 mit ebenfalls dem gasdichten Rahmen 28', der weiteren Isolierung 30, der interlaminaeren Binderschicht 24 sowie den Heizerschläüssen 31.

Das zur Kontaktierung der Referenzelektrode 42 vorgesehene Durchkontaktierloch 51 ist ebenfalls durch die Schicht 24, die Isolierungen 26 und 28 sowie durch die Festelektrolytfolie 29 gelegt. Die Kontaktierlöcher 51 sind dazu vorgesehen, um die Referenzelektrode 42 mit einem weiteren Verbindungspin 53 an einen dritten Anschluß 54 nach außen zu legen. Die Verbindung der Heizereinheit C mit der Nernst-Zelle erfolgt durch Zusammenlaminiieren der Schichten 23 und 24.

Auf die zur Stabilisierung der Sonde im ersten und zweiten Ausführungsbeispiel eingesetzte Zwischenfolie B wird im dritten Ausführungsbeispiel verzichtet, da die Nernst-Zelle N bereits über zwei Festelektrolytfolien 40 und 44 verfügt.

Die Herstellung der erfindungsgemäßen polarographischen Sonde soll am Beispiel der in den Fig. 1 und 3 schematisch dargestellten Sonde sowie der in Fig. 6 gezeigten Prinzipdarstellung eines Mehrfachnutzens M erläutert werden. Der Mehrfachnutzen M enthält mehrere parallel nebeneinander angeordnete Nutzen S, die später die polarographischen Sonden bilden.

Zur Herstellung der Pumpzelle A wird als Festelektrolytfolie 14 eine etwa 0,3 bis 0,6 mm Dicke mit Y_2O_3 stabilisierte ZrO_2 -Folie im ungesinterten Zustand verwendet. Die ZrO_2 -Folie ist so dimensioniert, daß eine entsprechende Anzahl von Sonden nebeneinander platziert werden können, so daß ein Mehrfachnutzen mit beispielsweise 7 Nutzen gemäß Fig. 6 entsteht.

Auf die Festelektrolytfolie 14 werden im Siebdruckverfahren die Isolation 12, die äußere und die innere Pumpelektrode 11 und 16 nebst den dazugehörigen Leiterbahnen und den Anschlüssen 21 unter Verwendung

DE 42 31 966 A1

5

6

einer üblichen Pt-Cermet-Paste sowie die Schutzschicht 10 aufgedruckt. Zum Zwecke der Durchkontaktierung wird das Durchkontaktierloch 15 ebenfalls mit der elektrisch leitenden Pt-Cermet-Schicht gefüllt.

Über die Breite des Mehrfachnutzens M wird die Diffusionsschicht 19 aufgedruckt. Wichtig ist dabei, daß die Diffusionsschicht 19 an der vorderen Kante 61 der Nutzen S über diese hinausragt. Als Diffusionsschicht 19 wird beispielsweise poröses Zirkonoxid verwendet, wobei die Porosität der Diffusionsschicht 19 durch Zusatz von Porenbildnern erzeugt wird, die beim Sinterprozeß verbrennen, sich zersetzen oder verdampfen. Typische Porenbildner sind beispielsweise Thermalrußpulver, Kunststoffe, z. B. auf Polyurethan-Basis, Salze, z. B. Ammoniumcarbonat und organische Substanzen, wie z. B. Theobromin und Indanthrenblau. Derartige Porenbildner werden der aus Zirkonoxid bestehenden Druckpaste in einer solchen Menge zugesetzt, daß eine Diffusionsschicht mit einer Porosität von 10 bis 50% entsteht. Der mittlere Porendurchmesser liegt vorzugsweise bei 5–50 Mikrometer.

Anschließend wird der nicht mit der Diffusionsschicht 19 versehene Bereich eines einzelnen Nutzens S mit der Ausgleichsschicht 17 bedruckt. Abschließend wird der Mehrfachnutzen mit dem interlaminaeren Binder 20 beschichtet.

In einem zweiten Schritt wird die Zwischenfolie B und in einem dritten Schritt die Heizereinheit c hergestellt. Die Herstellung der Zwischenfolie B und der Heizereinheit C erfolgt in an sich bekannter Weise ebenfalls im Siebdruckverfahren.

Als Festelektrolytfolien eignen sich die bekannten O₂-Ionen leitenden Festelektrolytfolien auf der Basis von Oxiden vierwertiger Metalle, wie insbesondere ZrO₂, CeO₂, HfO₂ und ThO₂ mit einem Gehalt an zweiwertigen Erdalkalioxyden und/oder vorzugsweise dreiwertigen Oxiden der seltenen Erden.

Die Pumpelektroden und die dazugehörigen Leiterbahnen und Anschlüsse bestehen in an sich bekannter Weise aus Pasten auf Basis von Edelmetallen, insbesondere Platin oder Edelmetall-Cermet. Aus gleichem Material besteht der Heizer 27.

Nach dem Herstellen der Mehrfachnutzen der Pumpelektrode A, der Zwischenfolie E und der Heizereinheit C werden die drei einzelnen Mehrfachnutzen mittels der interlaminaeren Binderschichten 20, 23 und 24 zusammenlaminiert. Danach werden die einzelnen Sonden aus dem Mehrfachnutzen ausgeschnitten. Durch die über den gesamten Mehrfachnutzen sich erstreckende Diffusionsschicht 19 wird beim Vereinzeln in Nutzen S die Diffusionsschicht 19 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel an der vorderen und den beiden seitlichen Stirnflächen freigelegt. Diese drei Stirnflächen bilden die Diffusionsbarriere für das Meßgas.

Bei dem in Fig. 2 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel wird auf jeden Nutzen S jeweils eine Diffusionsschicht 19 aufgedruckt, wobei auch hier die Diffusionsschicht 19 jedes Nutzens über die vordere Kante jedes Nutzens S übersteht. Die beiden seitlichen Bereiche der Diffusionsschicht 19 der einzelnen Nutzen S werden dabei — wie bereits in Zusammenhang mit der Beschreibung der Fig. 2 erläutert — von der Ausgleichsschicht 17 begrenzt. Dadurch liegt nach dem Vereinzeln des Mehrfachnutzens die Diffusionsschicht 19 nur an der vorderen Stirnfläche frei.

Nach dem Vereinzeln des Mehrfachnutzens werden die Nutzen S bei einer Temperatur von ca. 1400°C gesintert. Die so erhaltenen Sonden können in an sich

bekannte Gehäuse montiert und zur Bestimmung des Lambda-Wertes von Gasgemischen verwendet werden.

Patentansprüche

1. Planare polarographische Sonde zur Bestimmung des Lambda-Wertes von Gasgemischen, insbesondere von Abgasen von Verbrennungsmotoren, mit auf einem Keramikträger angeordneter äußerer und innerer Pumpelektrode, wobei der inneren Pumpelektrode das Meßgas über eine Diffusionsbarriere zuführbar ist und wobei die Sonde eine vordere und zwei seitliche Stirnflächen aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Diffusionsbarriere als Diffusionsschicht (19) ausgebildet ist, welche zumindest teilweise die innere Pumpelektrode (16) überdeckt und zumindest an einer Stirnfläche der Sonde dem Meßgas gegenüber frei liegt.
2. Sonde nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Diffusionsschicht (19) über die gesamte Breite der Sonde erstreckt und somit an der vorderen und den beiden seitlichen Stirnflächen der Sonde dem Meßgas gegenüber frei liegt.
3. Sonde nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Diffusionsschicht (19) bis zu jeweils an beiden Seiten der Sonde verbleibenden planaren Bereich erstreckt, so daß die Diffusionsschicht (19) zumindest teilweise an der vorderen Stirnfläche dem Meßgas gegenüber frei liegt.
4. Sonde nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der diffusionsschichtfreie planare Bereich mit einer Ausgleichsschicht (17) versehen ist.
5. Sonde nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgleichsschicht (17) zur vorderen Stirnfläche hin eine Aussparung (18) aufweist, wobei die Ausgleichsschicht (17) entlang der beiden seitlichen Stirnflächen bis zur vorderen Stirnfläche geführt ist, und daß in der Aussparung (18) die Diffusionsschicht (19) angeordnet ist, so daß die Diffusionsschicht (19) zumindest teilweise an der vorderen Stirnfläche dem Meßgas gegenüber frei liegt.
6. Sonde nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Mehrfachnutzen für eine Mehrzahl von Sonden vorgesehen ist, und daß die Diffusionsschicht (19) über die gesamte Breite des Mehrfachnutzens und die vordere Kante der einzelnen Nutzen überragend aufgebracht ist.
7. Sonde nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der diffusionsschichtfreie planare Bereich des Mehrfachnutzens mit einer über den gesamten Mehrfachnutzen sich erstreckenden Ausgleichsschicht (17) bedeckt ist.
8. Sonde nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Mehrfachnutzen für eine Mehrzahl von Sonden vorgesehen ist, daß jeder Nutzen eine Diffusionsschicht (19) derart aufweist, daß diese die vordere Kante der Nutzen überragt und sich in der Breite bis auf an beiden Seiten jedes Nutzens verbleibende Stege erstreckt.
9. Sonde nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Ausgleichsschicht (17) vorgesehen ist, die den diffusionsschichtfreien planaren Bereich des Mehrfachnutzens abdeckt.
10. Verfahren zur Herstellung einer planaren polarographischen Sonde zur Bestimmung des Lambda-Wertes von Gasgemischen, insbesondere von Abgasen von Verbrennungsmotoren, mit auf

DE 42 31 966 A1

7

8

5
einem Keramikträger angeordneter äußerer und innerer Pompelektrode, wobei der inneren Pompelektrode das Meßgas über eine Diffusionsbarriere zuführbar ist, wobei ein Mehrfachnutzen für eine Mehrzahl von auf dem Keramikträger aufgebracht
5
te Nutzen für die Sonden verwendet wird, und wobei die Nutzen entlang einer vorderen Kante parallel nebeneinander angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die vordere Kante der einzelnen Nutzen (S) überragend eine Diffusions-
10
schicht (19) aufgebracht wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Diffusionsschicht (19) die vordere Kante der einzelnen Nutzen und die beiden Seitenkanten des Mehrfachnutzens ganz flächig überragend
15
aufgebracht wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Nutzen mit einer Diffusionsschichtsschnitt (19) versehen wird, welche die vordere Kante der einzelnen Nutzen überragt und an den
20
Seitenkanten jedes Nutzens jeweils zumindest einen schmalen Steg ausgespart.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der diffusions-
25
schichtfreie planare Bereich des Mehrfachnutzens mit einer Ausgleichsschicht (17) versehen wird, welche etwa die Dicke der Diffusionsschicht (19) besitzt.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

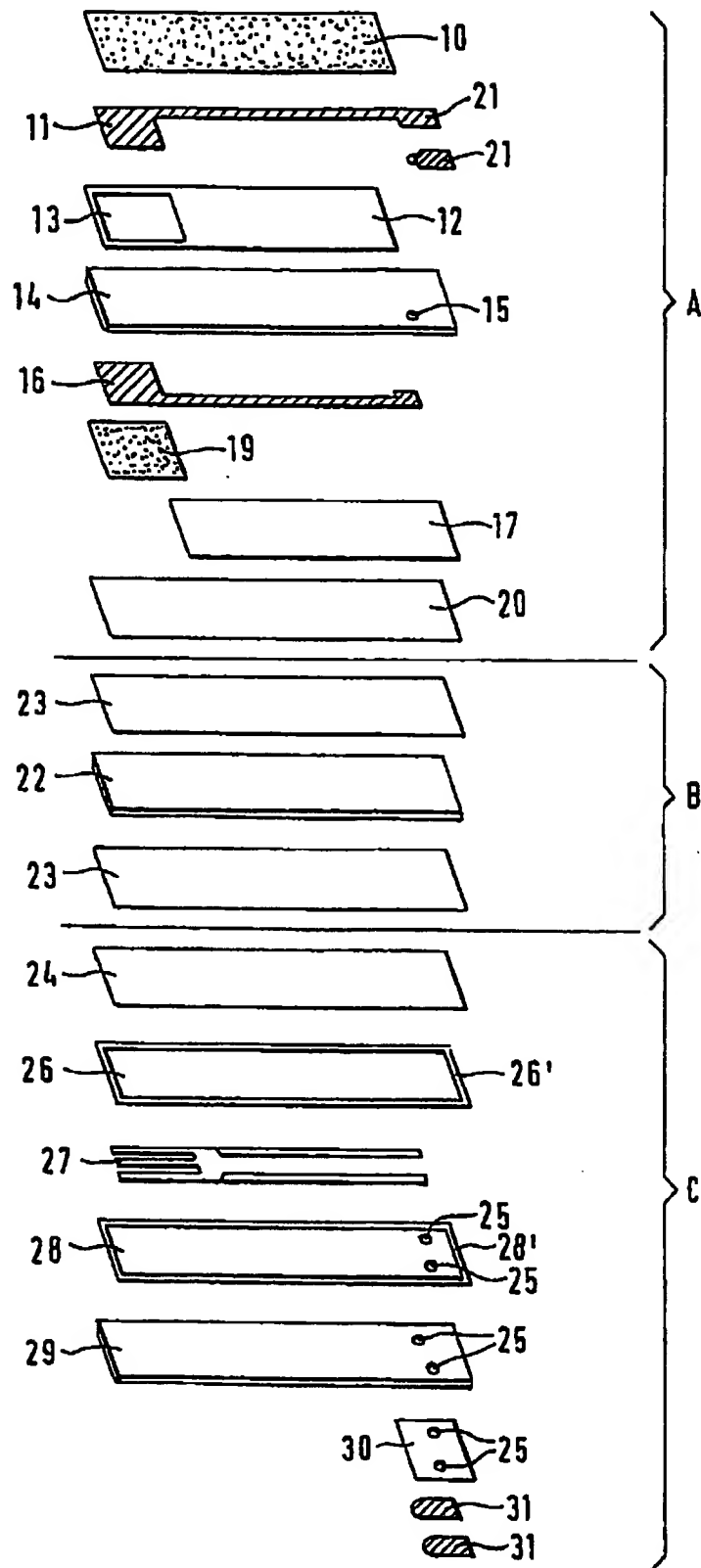
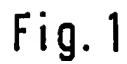
60

65

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:
Int. Cl.5:
Offenlegungstag:

DE 42 31 966 A1
G 01 N 27/416
31. März 1994

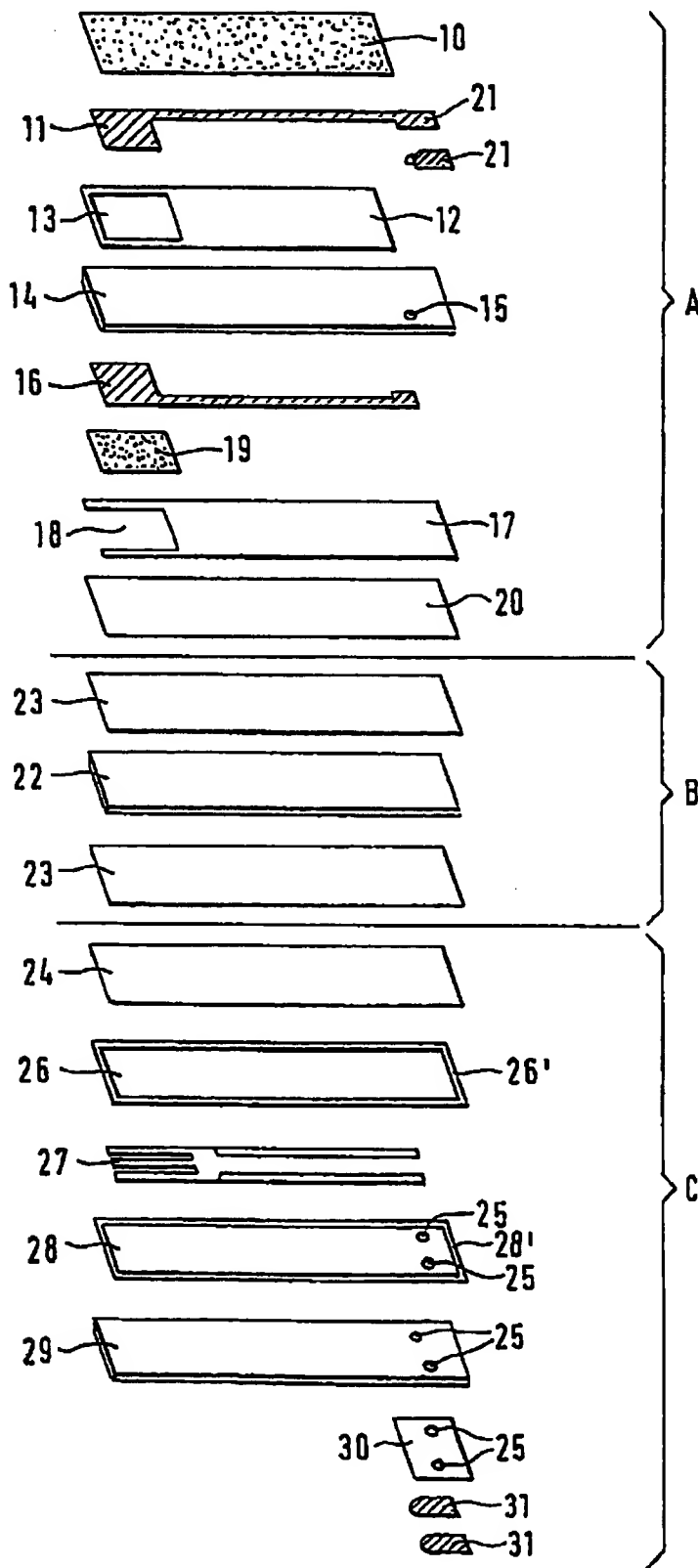


ZEICHNUNGEN SEITE 2

Nummer:
 Int. Cl. 5:
 Offenlegungstag:

DE 42 31 988 A1
 G 01 N 27/416
 31. März 1994

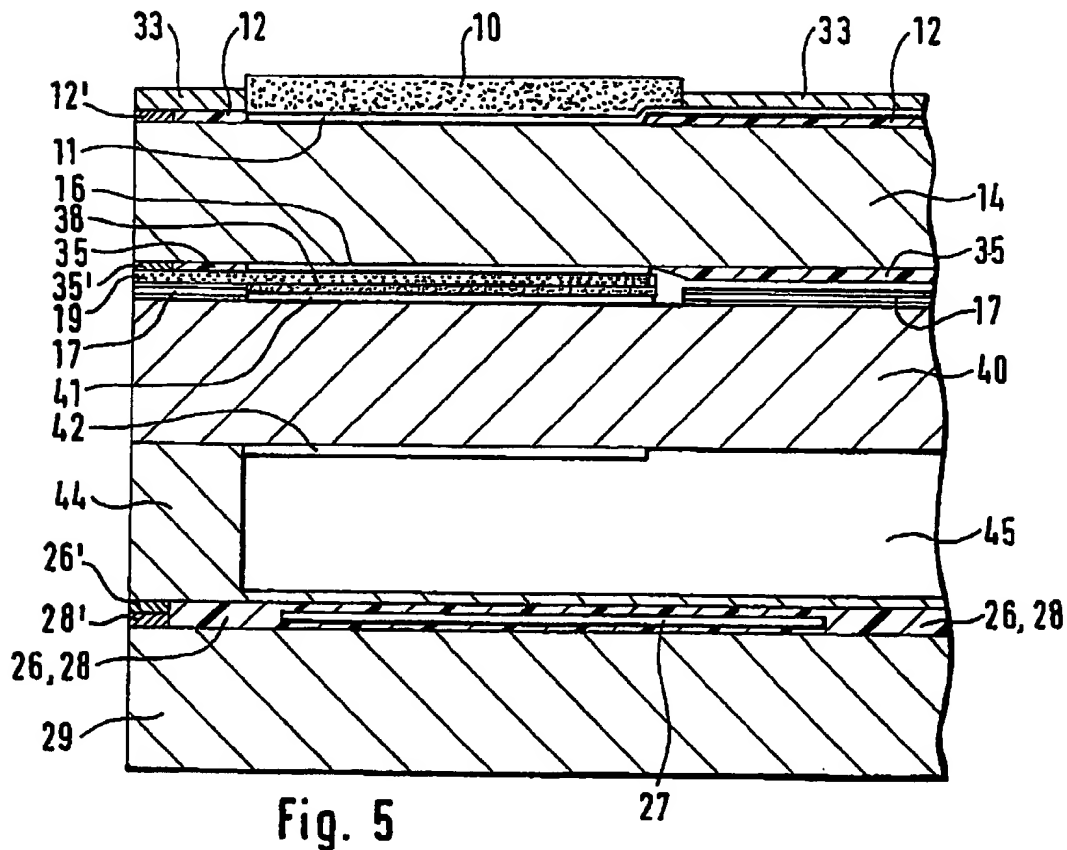
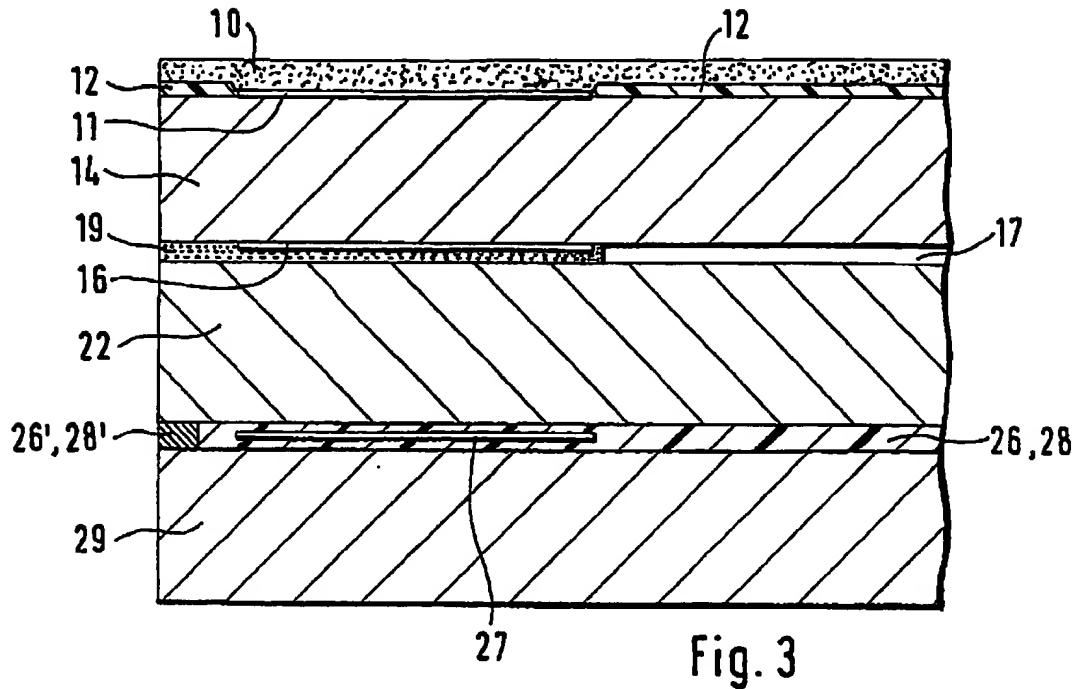
Fig. 2



ZEICHNUNGEN SEITE 3

Nummer:
Int. Cl. 5:
Offenlegungstag:

DE 42 31 986 A1
G 01 N 27/418
31. März 1994



ZEICHNUNGEN SEITE 4

Nummer:

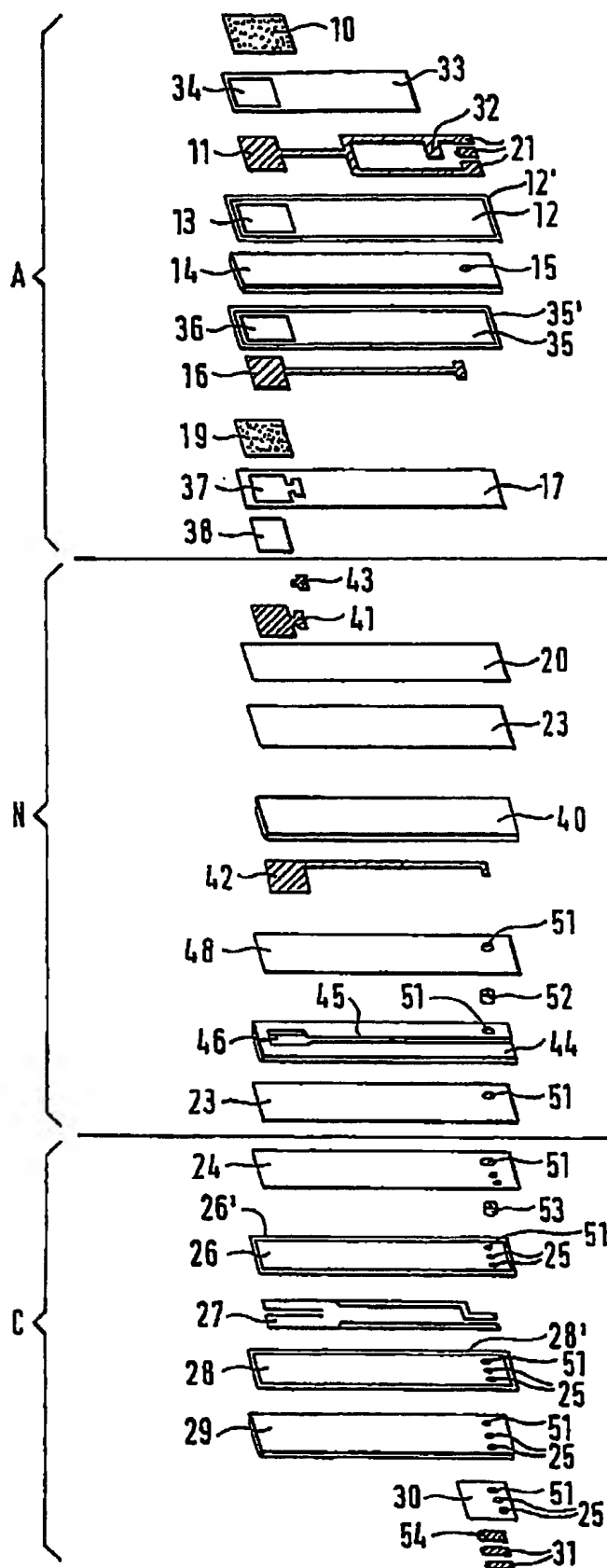
Int. Cl.⁵:

Offenlegungstag:

DE 42 31 966 A1

G 01 N 27/416

31. März 1994



ZEICHNUNGEN SEITE 5

Nummer: DE 42 31 956 A1
Int. Cl.⁶: G 01 N 27/416
Offenlegungstag: 31. März 1994

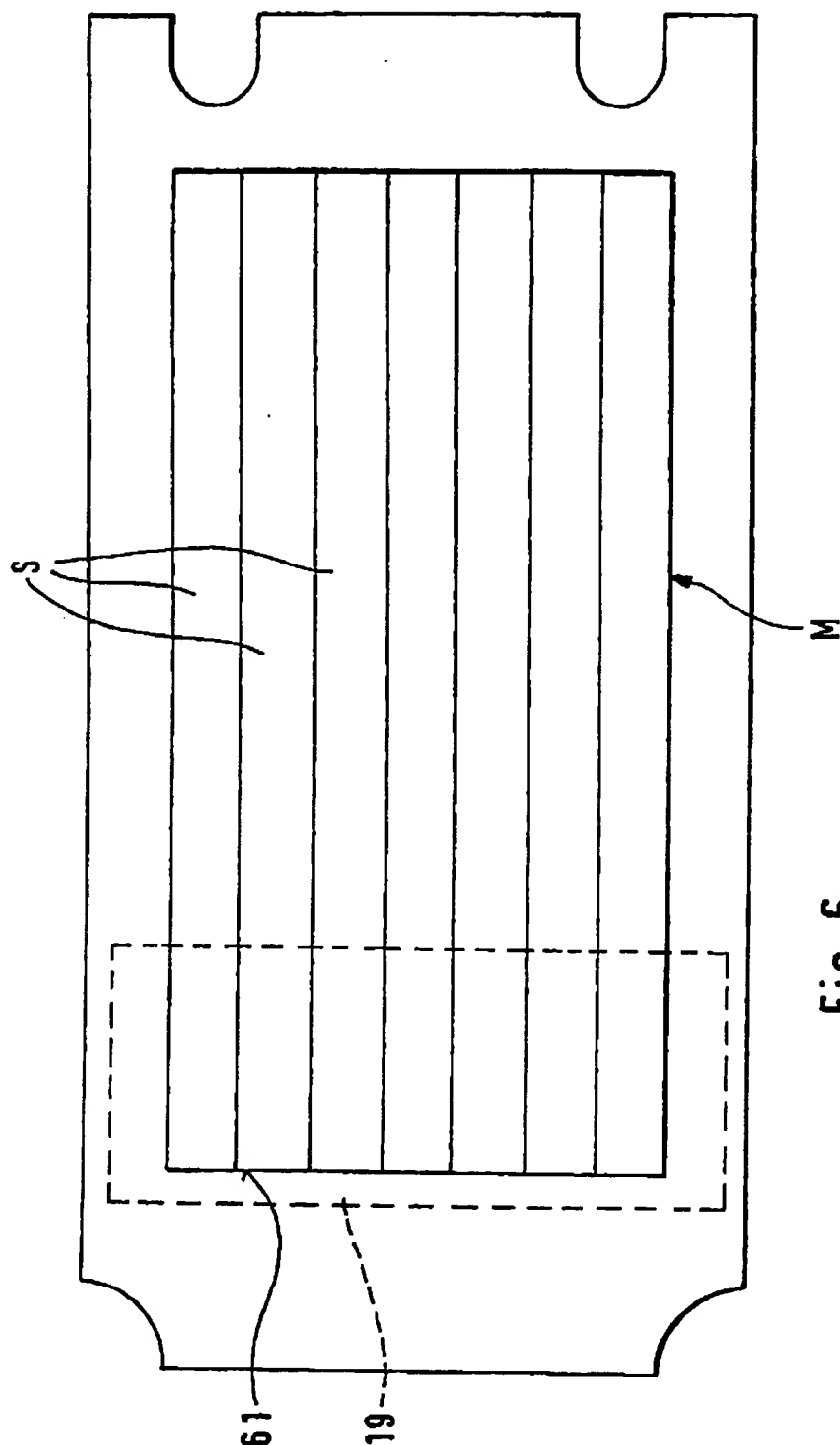


Fig. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.